Aus der Orthopädischen Klinik der
Medizinischen Fakultät der
Universität Düsseldorf

Direktor: Prof. Dr. med. K.P. Schulitz

SITZHALTUNG UND BESCHWERDEN BEI LKW-FERNFAHRERN

D i s s e r t a t i o n

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Ernst-Wilhelm Bräuchle

1981

UNIV.
LEIDEN
MED.

Aus der Orthopädischen Klinik der
Medizinischen Fakultät der
Universität Düsseldorf

Direktor: Prof. Dr. med. K.P. Schulitz

SITZHALTUNG UND BESCHWERDEN BEI LKW-FERNFAHRERN

D i s s e r t a t i o n

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Ernst-Wilhelm Bräuchle

1981

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf

Der Dekan
der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf

gez.: Prof. Dr. Arnold

Referent
gez.: Prof. Dr. Krämer

Korreferent
gez.: Prof. Dr. Peters

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

		Seite
1.	EINLEITUNG	4
2.	GRUNDLAGEN UBER DAS SITZEN	5
2.1	Statik und Mechanik	5
2.2	Sitzhaltungen	9
2.3	Sitzfläche und ihre Andrucke	13
2.4	Beanspruchung der Wirbelsäule im Sitzen	15
3.	PROBLEM DER SITZGESTALTUNG	21
4.	SITZEN IN FAHRZEUGEN	24
4.1	Das spezielle Sitzproblem im Lastkraftwagen (LKW)	30
5.	EIGENE UNTERSUCHUNGEN	33
5.1	Material und Methode	33
5.2	Ergebnisse: Sitz, Haltung und Belastung	38
5.3	Beschwerden	39
6.	DISKUSSION	44
7.	ZUSAMMENFASSUNG	48
8.	FRAGEBOGEN	49
9.	LITERATURANGABEN	50
Danksagung		58
Lebenslauf		59

1. EINLEITUNG

Je mehr Fahrzeuge und Geräte aller Art in unserer industriellen Gesellschaft auf verschiedensten Gebieten Bedeutung erlangen, z.B. für Lastentransport auf Schiene, Strasse, Baustelle, Fabrik usw., um so mehr Menschen werden auch der Bedienung der unterschiedlichsten Sitzbedingungen ausgesetzt.

Seit Jahren zeigen sich nach dem Studium der einzelnen Voraussetzungen die spezifischen Gewichtungen ähnlicher, arbeitsmedizinischer und orthopädischer Probleme, die meist konstruktionstechnisch andere, jeweils angepasste, Untersuchungen und Lösungen erfordern, z.B. Land- und Baumaschinen,Lokomotiven, Gabelhubstapler, Lastkraftwagen usw..

Die sicherlich grösste Gruppe stellen die PKW- und besonders die Berufslastwagenfahrer dar, deren Probleme, die sich aus ihrem sitzenden Arbeitsplatz ergeben, durch eine Befragung verdeutlicht und systematisiert werden sollen.

Zur besseren Darstellung möchte ich zuerst auf die Fragestellung des Sitzens im allgemeinen und danach in Fahrzeugen im besonderen eingehen.

2. GRUNDLAGEN ÜBER DAS SITZEN

2.1 Statik und Mechanik

Charakteristisch erscheint, beim Betrachten eines sich setzenden Menschen, wie er sich in Knie- und Hüftgelenken beugt, dass er dabei alle Neuerwerbungen, die er durch den aufrechten Stand gewonnen hat, wieder aufgibt. Auch wenn man ein Tier im Hocken mit einem sitzenden Menschen vergleicht, so ist die Form der Wirbelsäule nicht verschieden. Grundsätzlich zeigt sich also, dass das Hinsetzen des Menschen nur eine Rückkehr zu einem phylogenetisch viel älteren Erwerb ist, als der aufrechte Gang, der mit der Streckung der Hüftgelenke verbunden ist (SCHOBERTH, 1962).

Chronologisch und mechanisch gesehen flacht sich, aus dem Stehen die Lendenlordose des Rückens ab, während sich die Hüft- und Kniegelenke beugen und sich gleichzeitig das Gesäss mit den Sitzbeinhöckern auf die Sitzfläche senkt. Erst nach dem Aufsetzen beginnt die Beckenrotation um einen Drehpunkt zwischen Sitzbeinhöcker und Sitzbrett. Bei diesem Wechsel vom Stehen zum Sitzen erfolgt somit immer eine entsprechende Ventriflexion der Lendenwirbelsäule, die die Rückdrehung des Beckens kompensiert. SCHOBERTH zeigt dabei anhand von Vergleichen der Sitzbeintangente zur Horizontalen an Röntgenbildern, dass, obwohl die Oberschenkelachse eine Bewegung zur Rumpfachse von 90° erfährt, die Beugung im Hüftgelenk bei jungen Menschen bis zu 40° weniger, also nur ungefähr

UNIV. LEIDEN

50^{o} beträgt. Nun kann sich sekundär, nachdem das Becken auf der Sitzfläche aufliegt, der Rumpf aus der Vorwärtsbeugung wieder aufrichten, welches

a) durch Drehung des Rumpfes, unter Beibehaltung der Wirbelsäulenform, um die kufenförmigen Sitzbeinhöcker oder

b) durch die aktive Streckung der Wirbelsäule bei Fixierung der Beckenhaltung geschehen kann.

Alle Autoren, die sich mit dem Sitzproblem beschäftigt haben, sind sich in dem Punkt einig, dass die Wirbelsäulenform im Sitzen mit der Rückdrehung des Beckens in Zusammenhang steht, wenn nicht sogar bedingt wird. Anhand von Röntgenseitaufnahmen der Lendenwirbelsäule konnte SCHOBERTH (1962) nachweisen, dass von 100 Personen unter 40 Jahren nur 32 in aufrechter, gespannter Sitzhaltung eine Lordose zeigten, denn bei 52 Fällen fand er eine Steilstellung und in 16 Fällen eine lumbale Kyphose sogar. Es gelingt also nur einem Teil der Menschen, eine aktive Lordose zu erreichen, die erst in Altersklassen über 40 Jahren bei schliesslich nur der Hälfte der Personen gefunden wird. Somit lässt sich eine Altersabhängigkeit in der Formgebung, zumindest der Lendenwirbelsäule, bei angespannter Aufrichtung nachweisen. Bei derselben Untersuchung ergibt sich bei der entspannten, erschlafften, lockeren Sitzhaltung, dass 57 eine Kyphose, 32 eine Steilstellung und 11 Personen noch eine Lordose aufweisen. Die Anschauung, dass bei den meisten Menschen in entspannter Sitzhaltung eine Kyphose besteht, kann also bestätigt werden. Im Stehen ruft die

mangelnde Muskelkraft eine Vorneigung des Beckens und damit über die Flachstellung des Kreuzbeins eine Lendenlordose hervor. Im Sitzen dagegen bedingt die Schwäche der gleichen Muskulatur eine verstärkte Kyphose.

Wie sich in anderen Arbeiten (LEGER, 1959; SCHOBERTH, 1962) bezüglich der Wirbelsäulenform im Sitzen erwies, hängt sie von der Neigung der Kreuzbeindeckplatte und der normalen Formausbildung und Beweglichkeit der einzelnen Wirbel eindeutiger, als von der Sitzbeintangente ab. Wegen des unterschiedlichen Einbaus des Kreuzbeins in den Beckenring ist zur Erreichung einer entsprechenden Deckplattenneigung ein abweichender Grad der Beckendrehung erforderlich. Auch die Kreuzbeinkrümmung erfährt erst im Laufe des Lebens ihre volle Ausbildung, wobei die erste Phase in der Pubertätszeit und die zweite, zumindest bei der Frau, deutlich mit dem Klimakterium beginnt.

Nur die ungestörte Beweglichkeit der Wirbelsäule erlaubt eine vollkommene Krümmung von der Lordose zur Kyphose. Eine auch noch so umschriebene Versteifung in einem Abschnitt dieser Gliederkette beeinflusst die ganze Bewegungsmöglichkeit und somit auch die Form der Krümmung. Zwischen Bewegungsumfang der Wirbelgelenke und der Beckenkippung besteht in der Regel eine direkte Relation, in der beide synergistisch zusammenwirken. Der Ausfall der Beweglichkeit in einzelnen Bewegungssegmenten kann z.B. leichter kompensiert werden als die behinderte Beckenkippung, solange die Hüftgelenke frei beweglich sind, und dadurch schon der Beckenspielraum unbeeinträchtigt bleibt.

Die Stellung des Beckens wird durch überwiegend passive Mechanismen, im wesentlichen durch die Schwerkraft,gesteuert. Um nicht beim Hinsetzen ins Ungleichgewicht zu geraten, wenn die Rumpfschwerlinie aus der Unterstützungsfläche fällt, müssen entweder ein passiver Halt, in Form einer Rückenlehne beispielsweise, oder aktive Anstrengungen durch Muskeln, entgegengesetzt werden, wie DITTMAR, BAKKE, TANZ, LEGER (1959) zeigten. So erweist sich klar, dass eine umfassende Beurteilung der Statik und Mechanik des Sitzens nur möglich ist, wenn man die Rolle der Muskulatur bei Haltungsänderungen mitberücksichtigt.

Wie SCHOBERTH plausibel macht, ist die Beteiligung der ischiocruralen Muskelzüge von untergeordneter Bedeutung, entgegen der gängigen Meinung der Literatur seit H.P. v. MEYER (1867). Beim Strecken der Knie, aus der äussersten, vorderen Sitzlage mit ausgeprägter Wirbelsäulenkyphose, kann man zwar ein Ziehen an der Rückseite der Oberschenkel feststellen, doch eine Änderung der Beckenstellung nach ventral in die Flachstellung erfolgt nicht. Auch die Gesässmuskulatur spielt sicher keine massgebende Rolle, da auch in hinterster Sitzlage, fast ausschliesslich die Reibung ein Vorrutschen verhindert. Erst bei der Stabilisierung durch den Gegendruck der am Boden abstemmenden Beine spannt sich die Gesässmuskulatur stärker an. Als Haltungsmuskeln beim Sitzen verbleiben also hauptsächlich die Rumpfmuskeln im Hals-/Nackenbereich, die Rückenstrecker und die Bauch- und Lendenmuskeln.

Um einen Überblick über die Grösse der aktiven Muskelarbeit zu beginnen, nahm SCHOBERTH (1962) elektromyographische Untersuchungen an der Schulter-, Nacken- und Lendenmuskulatur vor. Es wurde die tatsächlich geleistete Arbeit in verschiedenen Sitzhaltungen auf einem lehnenlosen Stuhl bei 36 Personen vorgenommen. Nachweislich muss dabei die Lendenmuskulatur in entspannter, kyphotischer Sitzposition die geringste Aktivität aufwenden, in Lordose jedoch ist bei der Mehrzahl eine gesteigerte Aktivität notwendig, d.h. also bei aufrechter Sitzhaltung. Die Arbeit der Hals-/Nackenmuskulatur lag in allen Fällen höher als die der Lendenmuskulatur und war auch bei gesenktem Kopf, wie zum Schreiben oder Lesen, nahezu gleich.

2.2. Sitzhaltungen

Die grosse Beweglichkeit der Körperteile zueinander, die beim Sitzen beteiligt sind, ermöglicht die verschiedensten Sitzhaltungen mit ungleicher Verteilung der Belastung der einzelnen Abschnitte. Wie im Stehen wird auch die Haltung des Menschen im Sitzen von einer Vielzahl von Faktoren bestimmt, wobei physische und psychische Momente wechselweise eine mehr oder weniger grosse Rolle spielen. Trotz der fliessenden Übergänge der Haltungen ineinander, erscheint es wissenschaftlich notwendig, eine Einteilung vorzunehmen, welche nach verschiedenen Gesichtspunkten geschehen kann. Überschneidungen lassen sich, wie bemerkt, nicht vermeiden.

Seit Anfang des 19. Jahrhunderts, als die Untersuchun-

gen Felbigers, Rochows, Lorinsers und Frorips auf das Sitzen als Problem aufmerksam machten, bemühten sich zahlreiche Forscher mit der Statik und Mechanik des Sitzens und versuchten mit unterschiedlichen Ansichten über die Physiologie des Sitzens, Vorschläge zur Verbesserung der Sitzgelegenheiten und der Haltungen zu machen. Um z.B. die Nachteile des anhaltenden Sitzens, auf die später noch eingegangen wird, zu vermindern, schlug STAFFEL (1884) den Sattelsitz vor. Auch SCHEDE (1954), der das Sitzen für die ungesündeste Form aller Dauerhaltungen überhaupt hielt, empfahl den Reitsitz, den Goethe scheinbar schon angewendet haben soll. H.v.MEYER (1967) dagegen sah die beste Unterlage für ein gesundes Sitzen in einem horizontalen Brett, - "das horizontale Brett bleibt der Urtyp des Sitzens".

Wie eben erwähnt, so bestehen auch vielfache Unterschiede bei der Klassifizierung der Sitzhaltungen. Neuere Untersuchungsmethoden, wie Fotografie, Röntgendiagnostik und Sitzandruckmessungen, erlauben jedoch heute eine eindeutigere Begründung der Ansichten, so dass SCHOBERTH auch hier noch gültig ist. Am exaktesten ist die Orientierung nach der Lage des Rumpfschwerpunktes. Danach ergeben sich die drei Hauptsitzhaltungen, die vordere, mittlere und hintere Sitzlage, für die jeweils noch die Extreme, schlaffe, entspannte und eine aufrechte, angespannte Haltung möglich sind.

In der extremen v o r d e r e n S i t z l a g e bildet die Wirbelsäule wie beim Vorneigen des Rumpfes im

Vordere Sitzhaltung (Totalkyphose (a), Flachrücken (b) nach SCHOBERTH (1962)

Stehen, einen total kyphotischen Bogen. Die Hüftgelenke sind stark gebeugt, und das Becken ist steil gestellt. Grundsätzlich ist bei jeder, auch bei dieser Beckenstellung ohne Änderung eine Aufrichtung und damit eine Lordose bei der Mehrzahl der Gesunden möglich.

Beim Übergang von der vorderen in die lockere m i t t l e r e S i t z h a l t u n g wird, vor allem zuerst durch die Rückdrehung des Beckens, eine passive Streckung in den Hüftgelenken ausgeführt. Der Oberkörper gleitet dabei auf den Sitzbeinhöckern nach hinten, wobei die Rumpfhaltung beibehalten werden kann. Meist erfolgt

Mittlere Sitzhaltung (schlaff (a), straff (b) nach SCHOBERTH (1962)

aber, durch die Anspannung der Rückenstrecker bei der Beckenkippung, als ergänzender Effekt, die Aufrichtung der Wirbelsäule durch eine Lordosierung. Prinzipiell lässt sich bei mittlerer Sitzhaltung jedoch auch die lockere Kyphose einnehmen. Die tiefe Schwerpunktlage verbindet sich daher mit der Kyphose, denn die Lordose bedingt eine höhere Lage. Der eben erwähnte, häufig benötigte, vermehrte Muskelkraftaufwand führt wohl dazu, dass die mittlere Sitzhaltung nur als Durchgangsphase beim Übergang in die hintere Sitzstellung benutzt wird.

In erreichter h i n t e r e r S i t z h a l t u n g, ist wieder die Totalkyphose bei schlaffer Muskulatur ausgeprägt, die jedoch nur mit Rückenlehne denkbar ist. Die Rückneigung des Beckens steht maximal, welches die Änderung des Beugegrades im Hüftgelenk erforderte. Nur durch eine "akrobatische" Übung und grosse Muskelanstrengung wäre in dieser Sitzhaltung eine Lendenlordose ohne Rückenstütze

hintere Sitzhaltung(nach SCHOBERTH, 1962)

für kurze Zeit erzwingbar, theoretisch aber auch hier noch möglich. Wenn man nun auffordert, dies Hohlkreuz einzunehmen, wird praktisch immer das Becken durch den Ileopsoas nach vorne gedreht, und der Oberkörper durch den synergistisch wirkenden Erector truncii aufgerichtet, wobei die Hüftgelenksbeugung wieder stärker wird.

Zusammenfassend zeigt sich, dass die Kyphosierungen des zusammengezogenen Rumpfes in den symmetrischen, vorderen und hinteren Sitzhaltungen ausgesprochene Ruhehaltungen sein müssen, wo die Rückenmuskeln ganz entspannt sind und nur die passiven Stützgewebe, Knochen, Zwischenwirbelscheiben und Bänder die Belastung tragen (ÅKERBLOM, 1969) Jedoch beide Positionen erfordern, beim Blick geradeaus, eine erhebliche Lordose der Halswirbelsäule, was für die Prophylaxe vor Uberlastungsschäden der dorso-zervikalen Muskelgruppen von Bedeutung ist.

2.3 Sitzfläche und ihre Andrucke

Prinzipiell gesehen, liegt der Schwerpunkt des Körpers im Sitzen der Auflagefläche erheblich näher als im Stehen, was eine stabilere Gleichgewichtslage bewirkt. Wenn man hierbei von den extremen Fällen von übermässigem Hängeleib absieht, welcher sich auf den Oberschenkeln direkt abstützt, dann überträgt sich die Rumpflast über die Hüftgelenke auf die Sitzfläche."Der Rumpf ruht auf vier Grundpfeilern, gleichsam auf einem Gewölbe, dessen hintere Pfeiler die Sitzbeinknorren, die vorderen, die nach oben ragenden Schenkelhälse und der Hüftkopf bilden" - (SCHOBERTH). Die ware Unterstützungsfläche des Rumpfes ist

durch die Oberschenkel- und Gesässmuskulatur indessen viel grösser. Innerhalb der aufliegenden Körperpartien ist die Sitzbelastung nicht gleich gross, denn anhand von Druckdiagrammen lässt sich zeigen, dass die Sitzbeinhöcker, zusammen mit den sie direkt umgebenden Weichteilen, den grössten Teil der Körperlast aufnehmen - in jeder Sitzhaltung.

Die oben erwähnten Druckmessungen erwiesen sich als komplizierte, langwierige und aufwendige Aufgabe, an der sich mehrere Forscher versucht haben. SCHOBERTH (1962) mass gemäss seinem Grundsatz auf einem lehnenlosen Stuhl mit Hilfe von Wasserdruckbällchen, H.W. JÜRGENS (1969) mit Lufthydraulikmanometern und K. HELBIG (1978) mit mechanischen Hartgummidruckplatten, letztere aber auf Stühlen mit Rückenlehnen. Die Ergebnisse sind aber wegen der verschiedenen Rückenlehnen nicht vergleichbar. SCHOBERTHs direkte Druckmessung einschliesslich einer Fusswaage zeigte wie erwartet, dass die Gewichtsbelastung der einzelnen Bezirke der Auflagefläche von der Höhe des benutzten Stuhles abhingen. Es erwies sich aber auch, dass die Oberschenkel bei den meisten Sitzhaltungen nur einen geringen Teil der Rumpflast aufnehmen; nur bei stärkster Vorneigung wird ein geringer Prozentsatz des Gewichts übertragen. Die Oberschenkel spielen dennoch eine entscheidende Rolle für die Stabilisierung der Sitzhaltung. Im übrigen war überraschend festzustellen, dass über 2/3 der untersuchten Personen die linke Gesässhälfte mehr belasteten als die rechte, eine deutliche Belastungsasymmetrie also, die

SCHOBERTH naheliegend mit der Rechtshändigkeit erklärt. Nur durch die Gewichtsverlagerung nach links könne der rechte Arm genügend Spielraum zur Bewältigung seiner Aufgaben erlangen, so z.B. beim Schreiben.

Für die Füsse bleibt, je nach Höhe des Stuhles und nach dem Grad der Vorneigung, nur das Gewicht der Unterschenkel und ein Teil der Oberschenkel zu tragen. Da bei mittlerer Sitzlage der Rumpfschwerpunkt über den Sitzbeinhöckern ruht und dabei im Durchschnitt noch 25 % des Körpergewichts auf die Füsse fällt, kann man dadurch die drei Hauptsitzhaltungen klar definieren. Entsprechend ist eine hintere Sitzlage nur dann anzunehmen, wenn die Gewichtsbelastung der Füsse 1/4 des Körpergewichts unterschreitet, und eine vordere, wenn sie grösser ist.

2.4 Beanspruchung der Wirbelsäule im Sitzen

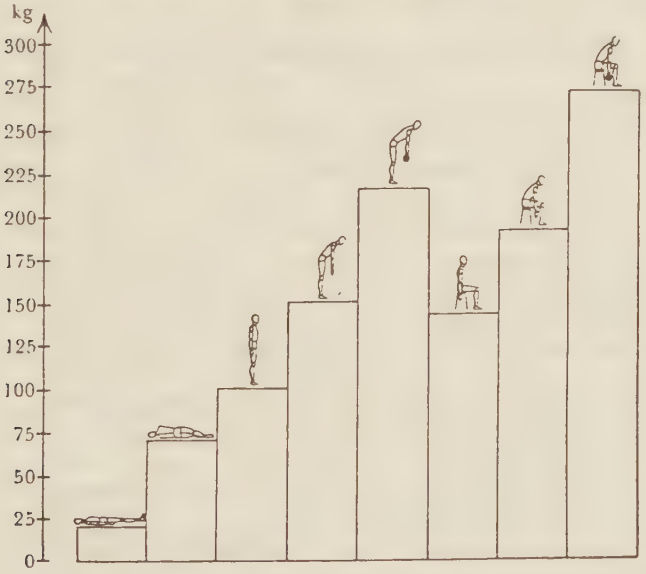
"Nicht das Sitzen an sich ist ungünstig, sondern der mangelnde Ausgleich" - sagt SCHOBERTH und bezieht sich auf die, für Wirbelsäule, Muster und Bänder, schädigende Haltungskonstanz während der Berufsarbeit, häufig noch in mangelhaften, unzweckmässigen Sitzkonstruktionen. Eigentlich alle Beschwerden, die beim Sitzen entstehen, sind auf Bewegungsarmut zurückzuführen, d.h., dem Verharren in einer Sitzhaltung.

Schmerzentstehung: Die so häufig angegebenen Schmerzen in einer Rückenregion sind meist Schmerzkombinationen, d.h., erzeugt durch Überlagerung und Nebeneinander von Schmerzen verschiedener Ausgangspunkte, seien es Muskeln und Sehnen oder Teile eines Bewegungssegmentes der Wirbelsäule.

Der primäre Muskelschmerz ist die Folge eines meist mangelhaften Trainings des Muskels, welches nach längerem Sitzen in einer angespannten Haltung sehr rasch zum Erschöpfen seiner Leistungsreserven führt. Insuffizienzerscheinungen treten auf und erzeugen den bekannten, dumpfen Rückenschmerz. Sekundärer Rückenschmerz äussert sich in gleicher Weise, ist aber ein reflektorischer Schmerz von Muskeln, die von einer Zwangshaltung zur Umgehung von Schmerzen anderer Genese, z. B. aus einem Wirbelsäulensegment herrühren. Auch die Reizung des Innervationsnervens kann Muskelhartspann und Schmerz verursachen. Generell bleibt aber, dass die Skelettmuskeln nicht auf Dauerinnervation eingerichtet sind und auch bei trainierten Sportlern schnell ermüden. Die passive, kyphotische Sitzhaltung, die daraufhin eingenommen wird, führt ihrerseits zu Druck- und vor allem Dehnungsbelastung der Bänder. Fast alle übrigen Beschwerden entstehen in den schmerzempfindlichen Strukturen des Wirbelsäulenbewegungssegmentes, also vorwiegend dem hinteren Längsband und dem dorsalen Anteil des Anulus fibrosus der Bandscheibe, aber auch dem Periost und den Wirbelgelenkkapseln. Alle werden vom Ramus meningicus (auch R. recurrens oder R. sinuvertebralis), dem speziellen Wirbelsäulennerv mit seinen efferenten, afferenten und sympathischen Fasern versorgt. Schmerzauslösend wirken z.B. Verlagerungen des Bandscheibengewebes und Druck auf das hintere Längsband oder auf die Spinalwurzel selbst, wobei weniger das Ausmass der Deformierung als vielmehr der Zeitraum, in dem sie entsteht,

ausschlaggebend sind. Nahezu immer werden diese Schmerzen als tief, dumpf und schwer lokaliserbar empfunden.

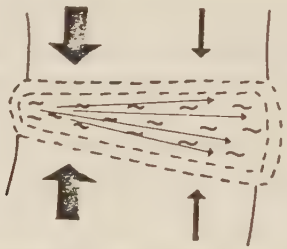
Nach intradiskalen Druckmessungen von A. NACHEMSON (1964) und ANDERSSON und Mitarb. an Lendenwirbelsäulen zeigte sich, dass alle Abweichungen der Wirbelkörperstellungen von ihrer physiologischen Ruhelage aus, z.B. in entspannter Rückenlagerung schon empfindliche Belastungssteigerung der Bandscheiben mit sich bringen.



Intradiskale Belastung der 3. lumbalen Bandscheibe beim lebenden Menschen in kg (nach NACHEMSON 1964)

So erhöht sich der Druck von 15 kg/Bandscheibe auf 100 kg im Stehen und steigert sich noch auf 140 kg in normaler, vorderer Sitzhaltung. Beim langen, vornübergebeugten totalkyphotischen Sitzen,der häufig üblichen Arbeitssitzhaltung, formt sich die Bandscheibe zu einem nach hinten aufsteigen-

den Keilkissen um, welches dann sogar unter diesem "Nussknacker" der dorsalen Wirbelsäulenkanten" (REISCHAUER, 1953) dem fast doppelt so hohen Druck wie im Stehen ausge-



Asymmetrische Belastung des Zwischenwirbelabschnitts. Die Flüssigkeit wandert zur entlasteten Seite (nach KRÄMER, 1973)

setzt ist. Diese Dauerdruckbelastungen verhindern dann auch den normalen Pumpmechanismus, der, für den osmotischen Diffusionsprozess und den Flüssigkeitsstrom, welcher wiederum für Regeneration und Ernährung dieses brady-trophen Gewebes,notwendig ist. Der beschleunigte Verschleiss der Bandscheibe und die erhöhte Disposition für Protrusion und Prolaps sind die fast unausweichlichen Folgen dieser Tatsache.

Beschwerden der Wirbelsäule: Einige typische Krankheitsbilder sollen die oben erwähnten Pathomechanismen verdeutlichen.

Ein Zervikalsyndrom umfasst alle direkten und indirekten Veränderungen, die meist von degenerativen Prozessen der unteren Halswirbelbandscheiben ausgehen. In unterschiedlicher Intensität sind radikuläre Zeichen, Muskulaturverspannungen, Steifigkeit, Bewegungseinschränkung und starke Schmerzen damit verbunden. Oft

treten die charakteristischen Schulter-Nacken-Schmerzen nach einer plötzlichen Drehbewegung bei Unterkühlung durch offenes Fenster im Auto z.B., morgens beim Aufstehen oder auch nur längerer, verspannter, kyphotischer Einstellung der Halswirbelsäule beim Lesen oder Schreibmaschineschreiben auf. Leicht wird dann der typische Teufelskreis in Gang gesetzt, vom Muskelhartspann über die Nervenirritation und -überdehnung, mangelhafter Sauerstoffversorgung und erneut zur Muskelverspannung.

Ein Thorakalsyndrom spielt im Rahmen der Wirbelsäulenbeschwerden, ausgelöst durch das Sitzen, keine praktische Rolle, da auf diesem Niveau nur geringe Bewegungsausschläge möglich sind.

Das L u m b a l s y n d r o m umfasst ebenfalls alle Schmerzerscheinungen, die ihren Ausgang von Muskeln, Bändern oder degenerativen Bewegungssegmenten nehmen. Es kann sich lokal aber auch ausstrahlend in Form von ziehenden Beinschmerzen äussern. Chronisch rezidivierende Kreuzschmerzen beim lokalen Syndrom nach bestimmten Haltungen, äussern sich auch als Belastungsschmerz während des Tages bei Hyperlordosierung nach langem Stehen oder eben nach langem Sitzen mit Lumbalkyphose, oder auch als Entlastungsschmerz, meist in den frühen Morgenstunden, wobei letztere tagsüber oft beschwerdefrei werden. Der Lumbago stellt die akute Form des lokalen Schmerzgeschehens dar, der wie beim Zervikalsyndrom meist plötzlich oder in relativ kurzer Zeit auftritt. Ausstrahlende Schmerzen sind entweder muskulär, aufgrund einer Fehlhaltung, oder nerval

bedingt bei einem Wurzelsyndrom, d.h., einer Nervenkompression.

Prinzipiell sind Zervikalsyndrom und Lumbalsyndrom also parallele Krankheitsbilder auf unterschiedlicher Höhe der Wirbelsäule mit gleichen Entstehungsursachen, jedoch anderer Gewichtung, sehr häufig aber miteinander verknüpft.

Um die späteren Untersuchungen besser einordnen zu können, müssen die vorangegangenen Beschwerdebilder epidemiologisch und pathogenetisch relativiert werden. Ganz allgemein sind diese muskelrheumatischen und bandscheibenbedingten Erkrankungen derartig verbreitet, dass wohl kaum ein Mensch im Laufe seines Lebens von ihnen verschont bleibt. Nach vielfachen Untersuchungen scheint bis zum 30. Lebensjahr jeder degenerative Bandscheibenveränderungen zu zeigen, wobei dann der Gipfel der behandlungsbedürftigen Patienten bei den 40 bis 50-jährigen liegt. Dies bedeutet, dass die Erkrankung die Menschen also vorwiegend auf dem Höhepunkt ihrer Leistungskraft, nämlich im mittleren Lebensabschnitt, trifft und behindert. Die Degenerationen beginnen indessen schon im frühen Kindesalter, wobei gewisse erbliche Belastungen nach J. KRÄMER (1978) nicht von der Hand zu weisen sind. ine Korrelation aber mit einem bestimmten Habitus nicht zu erkennen ist. Grössere Reihenuntersuchungen zeigen, dass bandscheibenbedingte Erkrankungen bei allen Menschentypen gleich häufig sind. Das Sitzen also, meint J. KRÄMER, werde zu Unrecht als allgemein bandscheibenschädigend angesehen.

Die Hauptursache der Beschwerden ist sicherlich in der frühzeitigen Alterung dieses nichtvaskularisierten bradytrophen Gewebes zu sehen, noch begünstigt durch die statisch

mechanischen Einflüsse, die wiederum von Konstitution und Haltung der Wirbelsäule im Beruf abhängig sind. Äussere Faktoren wie Uberanstrengung oder traumatische Einwirkungen, auch Unterkühlung, Nässe und Mangelernährung können sicher zusätzlich schädigen, sind aber ohne konstitutionelle Voraussetzungen bei der Pathogenese von eingeschränkter Bedeutung.

In jedem Fall belastend für die Bandscheiben sind alle sogenannten leichten Tätigkeiten, die hintereinander im Sitzen oder Stehen ausgeführt werden, jedoch abhängig vom Arbeitsplatz, dem Rhytmus und den Pausen ihre Wirkung haben. Langfristig und mit zunehmendem Alter zeigen alle bandscheibenbedingten Erkrankungen eine Besserung, weil nach IDELBERGER (1977) das Selbstheilungsbestreben des Organismus schliesslich eine wohltätige Teilversteifung der Wirbelsäule herbeiführt,die den Endøustand der regressiven Veränderungen im Bewegungssegment darstellen.

3. PROBLEM DER SITZGESTALTUNG

Gegen alle diese oben genannten Beschwerden, die auch durch das Sitzen ausgelöst werden können, bestehen, ausser verspäteter ärztlicher Therapie, nur die prophylaktischen Möglichkeiten der ständigen ausgleichenden Bewegung auf - nach orthopädischen Gesichtspunkten - optimal konstruiertem Gestühl. Der Sitz ist also dem Menschen anzupassen, da nicht er sich,wie scheinbar früher angenommen,

dem Sitz anpasst.

Ganz grundsätzlich ergeben sich aus der unterschiedlichen Benutzung der Sitzgelegenheit in Beruf und Freizeit mit naturgemäss anderen Haltungen zwei Extreme der Anforderungen an die Sitzgestaltung, nämlich zwischen Ruhestuhl und Arbeitsstuhl. Je nach Benutzung und Benutzer müsste dann der Kompromiss gesucht werden - im Idealfall.

Seit den gut hundert Jahren, in denen man das Sitzproblem aufgegriffen hat, und den vielen Untersuchungen, die seitdem, in unterschiedlicher Qualität, unternommen wurden, sind anfangs fast ebenso viele verschiedene Ratschläge über die Konstruktion des Gestühls gegeben worden. Erst in den letzten zehn bis zwanzig Jahren scheint sich ein gewisser Konsens einzustellen, in dem Masse, in dem die Untersuchungsmethoden vor allem durch die Technik, objektivierbarer und nachvollziehbarer werden. Schlüsselworte wie Druckbelastung, Komfortgefühl, Sitzflächenneigung und -höhe und Rückenlehnenneigung ergaben sich zwangsläufig aus den Erkenntnissen über die Anatomie, die Physiologie und die Pathologie des Sitzens. So z.B. herrscht jetzt grundsätzlich über die folgenden Angaben Übereinkunft, die E. GRANDJEAN, A. BÖNI, H. KRETZSCHMAR (1969) gaben. Die Rückenlehne muss mit einer frontal konvexen Lendenabstützung versehen sein. Sie soll oberhalb der Lumbalgegend eine frontal leicht konkave Kontur besitzen. Der Hauptstützpunkt der Rückenlehne soll vertikal 7 bis 12 cm über der zusammengedrückten Sitzfläche liegen (tiefster Punkt unter dem Tuber ischii). Die wichtigsten

Daten für einen Ruhesitz, z.B. in diesem Fall bei bandscheibengeschädigten Patienten, die aber beim Vergleich mit gesunden keine signifikanten Unterschiede zeigen, sind: Neigung der Rückenlehne 105-108°, Sitztiefe (nicht zusammengedrückt) 47-51 cm, Sitzflächenneigung 19-21°, Sitzhöhe (nicht zusammengedrückt) 38-42 cm. Je nach zu verrichtender Arbeit ergeben sich natürlich Abänderungen, insbesondere bei den Rückenlehnenneigungen, die bei einem Schreibmaschinenstuhl z.B.,durch die erzwungene aufrechte Haltung, steiler ausfallen.

Übereinstimmend zeigen Messungen über das subjektive Komfortempfinden, und Sitzdruckverteilungen verschiedener Autoren (GRANDJEAN u. BURANDT, 1962; HERMANN, 1963; DENECKE, 1964; JONES, 1969; RIZZI, 1969) im Einklang auch mit den theoretischen Forderungen aus pathophysiologischen Erfahrungen, dass jede Dauerhaltung des Körpers als belastend und damit unphysiologisch anzusehen ist.

Zusammenfassend lässt sich nochmals festhalten, dass Muskelermüdung infolge lang anhaltender Muskelspannung, Durchblutungsstörungen in den gepressten Geweben und Verschiebungen in den Bandscheiben die Hauptursachen für die Unbequemlichkeit bei längerem Sitzen sind. Nach den Untersuchern sind die Gegenreaktionen des Menschen folgerichtig häufige Haltungs- und Lageänderungen der entsprechenden Körperteile, zur "Entmüdung". Auch ÅKERBLOM (1969) betont, dass eine Sitzhaltung schädlich sei, wenn man nicht zu lange darin verharre. Beim Bau einer Sitzgelegenheit, ganz allgemein, wäre also zu beachten, dass

a) auf ihr keine bestimmte Körperstellung erzwungen wird, sondern ein Wechsel zwischen den verschiedenen Sitzhaltungen möglich bleibt, und

b) das Becken in jeder Körperstellung durch den Gebrauch einer zweckmässigen Rückenlehne fixiert werden kann, da die häufigsten Beschwerden aus der Lumbalgegend kommen.

Interessant erscheint, dass COERMANN u. RIECK (1964) und GRANDJEAN u. HÜNTING (1972) unabhängig bei der Komfortgradbestimmung feststellten, dass die Sitzdauer dabei - und nur dabei - keinen Einfluss auf die Beurteilung des subjektiven Empfindens hat. Es ergab sich ein gleiches Urteil über den Gesamtkomfort eines Sitzes nach 5 Min. wie nach 4-8 Std., wobei er hauptsächlich nach dem Gefühl im Rücken und Gesäss beurteilt wurde, und erst sekundär Hals-/Schulterbereich und Oberschenkel-/Beinbereich eine Rolle spielten.

4. SITZEN IN FAHRZEUGEN

Nach heutigen Erkenntnissen übt der Fahrer eines Fahrzeuges eine Arbeit aus, im Unterschied zum Mitfahrenden, der in Ruhe sitzt. Das Sitzen des Letzteren ist also mit dem in einem Ruhesessel zu vergleichen, bei dem relative Bewegungsfreiheit besteht. Wer am Steuer sitzt ist hingegen durch die Aufmerksamkeitsstellung, die starre, konzentrierte Blickrichtung und seinen stationären Arbeitsplatz, in Form der festen Anordnung der Pedale, des Lenkrades und meist des Schaltknüppels in einer Lage gefesselt,

die fast ausschliesslich statische Muskelarbeit fordert. Auch hier wird vom Menschen noch verlangt, sich an seinen Arbeitsplatz anzupassen und nicht umgekehrt, was ihm, bei der zunehmenden Motorisierung, aufgrund der in den letzten Jahren immer mehr sichtbaren Beschwerden, nur mangelhaft gelingt.

Diese Beschwerdeangaben umfassen deshalb verständlicherweise die gesamte Palette der oben angeführten Schmerzen im Bereich der Wirbelsäule, also vom dumpfen Ermüdungsschmerz zum Muskelhartspann, zu Myogelose, Rheuma und Bandscheibenerkrankungen,in Form von Prolaps und Protrusion, im Hals-Nacken-Schulter-Bereich und ganz besonders in der Lumbalgegend. Auch Randprobleme, wie das Schwitzen auf langer Fahrt, besonders im Sommer, und Zugwind, spielen eine Rolle.

Idealerweise nun, sollte der Fahrzeugsitz dazu beitragen, dass der Fahrer in seiner Aufgabe uneingeschränkt bei allen Erfordernissen des Fahrens unterstützt wird, beim plötzlichen Richtungswechsel, sowie beim Bremsen, durch festen Halt, und bei längeren Fahrten durch Bequemlichkeit, um so wenig wie möglich zu ermüden.

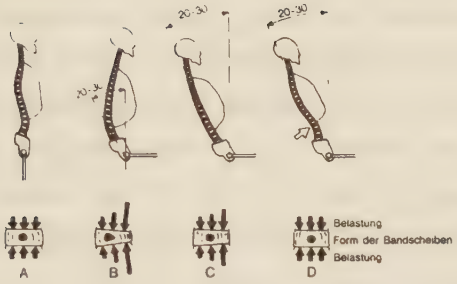
Die fixierte Anordnung der Bedienungselemente und die noch ungenügenden Variationsmöglichkeiten in den meisten Fahrzeugen zwingen noch heute den Fahrer in einen wenig nach seinen menschlichen physiologischen Bedürfnissen ausgerichteten Arbeitsplatz, insbesondere den Sitz.

Schon wenn man die Sitzposition des Fahrers im stehenden Fahrzeug betrachtet, fällt auf, dass die Kopfhaltung

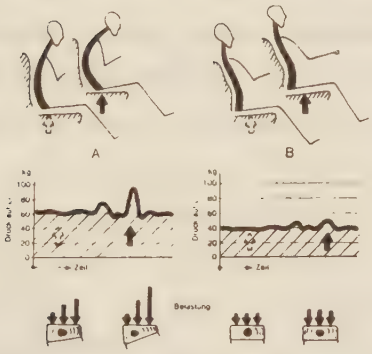
durch den konstruktionsbedingten Ausblickswinkel vorgegeben ist, wobei eine Haltungskonstanz in dieser Stellung sehr rasch zur Ermüdung dieser ohnehin schon statisch stärker beanspruchten Muskulatur führt. Hier zeigt sich also das Problem der Abstützung der Hals-Nacken-Schulter-Gegend. Diese Kopfhaltung wiederum erfordert eine häufig nach vorne geneigte Haltung des Rumpfes, welches an sich schon, fast immer, eine Lumbalkyphose erzeugt, abgesehen von der schnellen Ermüdung der Rückenmuskulatur.Ihrerseits führt dies ebenso schliesslich zum Zusammensinken des Rumpfes, welches dann eine verspannte Zwangsstreckung des Halses verlangt, womit der Teufelskreis geschlossen wäre.

Auch dies verdeutlicht , in welch starkem Masse die Sichtverhältnisse in Fahrzeugen beim Problem des Sitzens eine Rolle spielen. Fast lässt sich behaupten, dass durch sie alle weiteren Elemente der Fahrerposition bestimmt werden, konstruktionstechnisch und damit auch die Beschwerdefolgen.

Nach den fast ungezählten Verbesserungsvorschlägen vieler Autoren (SCHLEGEL, 1956; KEEGAN, 1962; RIZZI,1969; ROSEMEYER, 1975, etc.)wurde bisher in den meisten Arbeiten hauptsächlich auf das sogenannte zentrale Problem der Lendenstütze eingegangen, immer, um die sich konstant einestellende Ermüdungskyphose oder Zwangshaltung zu verhindern, welches jedoch bei den gegebenen Umständen in den Fahrzeugen nur zu einer meist noch ungenügenden und isolierten Teilverbesserung geführt hat, da man in gewisser Weise an eine Kompromissgrenze stiess, vor allem wenn man bei der ziem-



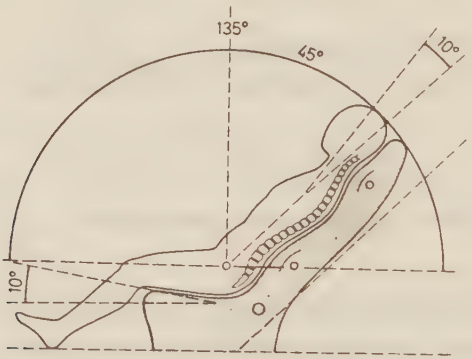
Sitzen in Fahrzeugen



Sitzen in Fahrzeugen (nach MÜNCHINGER,1963)

lich aufrechten Sitzhaltung blieb. Da man aber um eine echte Besserung zu erreichen, auch im Auto physiologisch optimale Bedingungen verlangen muss, geht J. KRÄMER (1979) von dem Grundsatz aus, anstatt grundsätzlich die Konstruktion zu ändern, dass die ideale Sitzhaltung nur die sein kann, welche Bandscheiben, Bänder und Muskeln am wenigsten belastet. Diese Haltung,zeigt sich aber, ist nur das Liegen, in der alle beanspruchten Elemente völlig entlastet sind. Daraus ergibt sich, dass die "entlastende Sitzhaltung" im Auto nur eine extreme hintere Sitzhaltung mit zurückge-

drehtem Becken sein kann. Wenn dabei eine Rückenlehne mit physiologischem Wirbelsäulenprofil in 45° verwandt wird, und die Kopf- und Halsregion entsprechend unterstützt wird, nähert sich der Belastungsdruck der Bandscheiben mit 80 kp fast dem Wert bei Horizontallagerung. J. KRÄMER empfiehlt diese Sitzhaltung und -einstellung in der Freizeit und bei fast allen Arbeiten, vor allem auch für Langstreckenfahrer, welches schon in einer Studie (1979) erprobt wurde. Zusätzlich werden dabei aber Kopf- und Halsstützen im Winkel von 10-20° erforderlich, um noch einen ausreichenden Blickwinkel zu haben.



Entlastende Sitzhaltung. (nach KRÄMER, 1979)

Bei der weiteren Ausgestaltung der Sitze nach physiologischen Gesichtspunkten, die durch viele Untersuchungen und Erfahrungen gefunden wurden, spielen noch Sitzfläche und Polsterung des gesamten Sitzes eine Rolle. Bei der Konstruktion der Sitzfläche erweist sich eine Neigung von etwa 10° als notwendig, um die Wirkung des Lendenbausches zu verbessern. Ihre Länge ist dabei so zu wählen, dass

keine Beschwerden, wie Venenstau und Einschlafen der Beine durch Nervenkompression in der Kniekehle entstehen können. Weiterhin sollte ein seitlicher, leichter Halt durch Polsterwülste geschaffen sein, um in extremen Situationen ein zu starkes Weggleiten zu verhindern. Dasselbe scheint auch für die Rückenlehne, in Höhe der Lenden, wichtig zu sein, ist jedoch in Höhe der Schultern zu vermeiden, um hier die notwendige Bewegungsmöglichkeit nicht einzuschränken. Ausser diesen formgestalterischen Aufgaben hat sie eine zentrale Bedeutung ganz allgemein für den Sitzkomfort. Abgesehen von dem schon erhöhten Polsterungsproblem gegenüber anderen Sitzmöbeln, um auch, angesichts des reduzierten Bewegungsspielraums, noch Bequemlichkeit bei längeren Sitzzeiten zu erhalten, muss man sich verdeutlichen, dass der Sitz im Fahrzeug nicht isoliert betrachtet werden kann, wie ein Bürostuhl oder Lehnsessel, sondern ein Verbindungselement zwischen Mensch und bewegtem Kraftfahrzeug ist.

Bei der Fahrt kommen zusätzlich zu den durch den Einbau bedingten Unannehmlichkeiten noch die Schwingungen durch den Motor und die der, über die Federung übertragenen, regellosen Fahrbahnunebenheiten hinzu. Um diese Schwierigkeit zu umgehen, muss versucht werden, die Eigenfrequenzen des Fahrzeugs, die vorne 1-2 Hz und hinten bei 8-12 Hz liegen mit denen des Menschen, die durchschnittlich bei 4-4,5 Hz liegen, abzustimmen, d.h., sie am günstigsten bei 2,5-3 Hz anzusiedeln, da bei höheren Frequenzen von 5-7 Hz die menschliche Empfindlichkeit am grössten ist. Erneut

ist auch hier die entlastende Sitzhaltung zu erwähnen, da Stösse und Erschütterungen die Wirbelsäule dabei nicht mehr axial, sondern schräg treffen, besonders an den Hauptabstützpunkten bei guten Sitzen, wie dem Hals-Nacken- und dem thorako-lumbalen Übergang, wodurch eine Milderung der Schwingungsübertragung erreicht wird (MÜNCHINGER, 1964, COERMANN u. OKADA, 1964).

Auch aus der Sicherheitsperspektive betrachtet wäre durch den vergrösserten Anstellwinkel der Rückenlehne bei einem Aufprall die Wirbelsäule und der Körper in seiner Längsachse gestaucht, und wäre insgesamt besser vor einem Schleudertrauma geschützt.

4.1 Das spezielle Sitzproblem im Lastkraftwagen (LKW)

Der prinzipielle Unterschied liegt hier schon in dem vollkommen anderen Verwendungszweck des PKW im Vergleich zum LKW, einmal in der Beförderung von Menschen mit maximal möglichem Komfort, zum anderen aber in der Beförderung von Lasten mit grösstmöglicher Wirtschaftlichkeit. Fast zwangsläufig legte man im Nutzfahrzeugbau bis vor wenigen Jahren kaum Wert auf den Fahrkomfort, der "Besatzung", bis man eben erkannte, nach einwandfreien Versuchen (HERMANN, 1963; RADKE u. SIMONS, 1963; DÖRLING, 1970), dass die Fahrer Bedingungen ausgesetzt waren, die auf Dauer die menschliche Leistungs- und Konzentrationsfähigkeit mindern und sogar zu gesundheitlichen Schäden führen können, nachgewiesenermassen auch Beeinträchtigungen der Sehschärfe und der psychomotorischen Koordinationsfähigkeit hervorrufen konnten. Auch hier

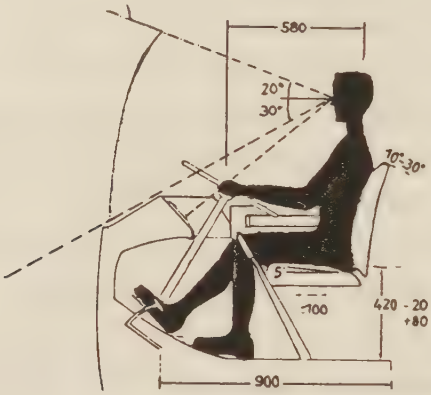
wird in ganz besonderem Masse die Abhängigkeit von den Schwingungen sichtbar, die auf den Fahrer einwirken. Schon bald stellte sich bei den Lösungsversuchen heraus, dass mit einem weichen Federsitzpolster die Schwingungsfrequenzen nicht nur nicht gemildert werden konnten, sondern in bestimmten Frequenzbereichen eher noch verstärkt wurden. Die Folge musste ein gegen das Fahrzeug abgefederter und mit einer Dämpfung versehener Sitz sein, der die Stösse und Erschütterungen, zwischen dem Fahrzeug einerseits, und der Einheit Sitz-Fahrer andererseits, verändern sollte, da an den Schwingungsfrequenzen des Fahrzeugs selbst kaum etwas zu ändern war.

Dabei traten eine Reihe von schwierigen konstruktionstechnischen Aufgaben zu Tage, so z.B. muss der Sitz auch hier in verschiedenen Richtungen verstellbar und trotz der vertikalen Beweglichkeit beim Federvorgang so korrekt geführt sein, dass er beim Fahrer kein Gefühl der Unsicherheit aufkommen lässt.Der Verstell- und Federungsmechanismus darf nicht viel Raum einnehmen, da er mit wenigen Ausnahmen stets unter dem Sitz angebracht werden muss, usw.

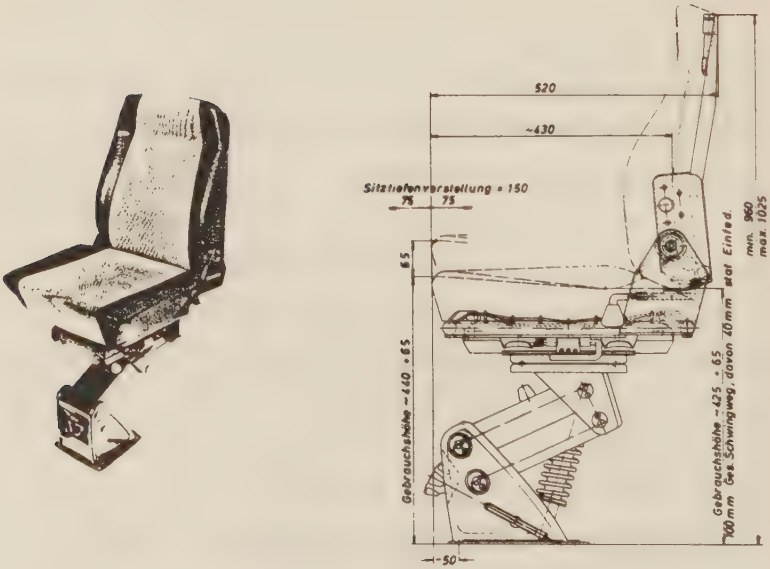
Was die Sitzhaltung des LKW-Fahrers anbelangt, wird sie auch im LKW unausweichlich von den Sichtmöglichkeiten bestimmt sein, Durch die grosse Höhe des Fahrers aber über der Fahrbahn bleibt ihm nur ein schräger Blickwinkel nach unten, welches - um genügend Ausblick zu haben - einen nach vorne geneigten Rumpf in gewisser Weise herausfordert.

Beides, die Bedingungen der Sitzhaltung- und beschwerden des LKW-Fahrers möchte ich nun durch die folgenden, ei-

genen Befragungen näher untersuchen.



Arbeitsplatz im LKW



Beispiel einer Schwingfedersitzkonstruktion (Firma BREMSHEY)

5. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

5.1. Material und Methode

Die Befragung wurde auf dem Gelände einer Speditionsfirma bei Düsseldorf mit den ankommenden Fahrern der gecharterten zuliefernden Lastzüge wiederum anderer Speditionen aus mehreren europäischen Ländern durchgeführt. Dabei konnte ich 110 dieser Langstreckenfahrer mit dem abgebildeten Fragebogen (Seite 49) erreichen, den ich selbst ausfüllte, während ich auf dem Beifahrersitz sass. Schwierigkeiten ergaben sich nur durch die anfänglich fast immer geäusserte Skepsis und Befürchtung, dass sie einer Kontrollbefragung durch Polizei, Zoll oder Gewerbeaufsichtsamt ausgesetzt sein könnten, welche jedoch bis auf wenige Ausnahmen, die Angaben überhaupt zu verweigern, zerstreut werden konnten.

Dass dieses Misstrauen nicht ganz unverständlich war, zeigte sich später an der - mit wahrscheinlich noch geschönten Daten - errechneten Durchschnittsfahrzeit von knapp 13 Stunden. Letztere sollten im Verhältnis zu den vom Gewerbeaufsichtsamt erlaubten maximal 8 Stunden pro Tag gesehen werden, die jedoch noch nach mindestens 4 Stunden von einer 4-stündigen Pause unterbrochen sein müssen,welche allerdings von den meisten nur mit einer halben bis dreiviertel Stunden erst nach rund fünf Stunden eingehalten wird. Dadurch wird auch die relativ hohe Durchschnittskilometerleistung pro Jahr von fast 140.000 erklärlich, die in einigen Fällen sogar bis auf 200.000 km stieg.

Für den häufig noch über den Tag verteilten Schlaf blieben also durchschnittlich nur etwa 6,5 Stunden übrig. Erwähnenswert ist hier jedoch auch, dass nach solchen "Gewalttouren" immer wieder halbe bis ganze "Ruhe"-Tage zwischengelagert sein können, so dass oft kein sinnvoller Durchschnitt für die Zeit im Fahrzeugsitz zu errechnen ist.

Durch den internationalen Verkehr dieser Spedition und angesichts der bei deutschen Fahrern besonderen Angst ergab sich ein geschätzter Überhang an Ausländern von ungefähr 3/4. Wie sich aus der unten stehenden Tabelle ergibt, kamen fast alle dieser 97 Fernfahrer, die Angaben darüber machten, aus den verschiedensten anderen erlernten Berufen. Etwas überrepräsentiert scheinen jedoch die Fahrer der ehemaligen Berufsgruppen der Schlosser und Mechaniker.

ERLERNTE BERUFE DER FERNFAHRER

Schlosser, Maschinen-, Kfz-Schlosser	29	Maler	1
Bauer, Landarbeiter	9	Glaser	1
Bauarbeiter, Maurer	8	Weber	1
Schüler, Studenten (früher)	8	Former	1
Hilfsarbeiter	6	Fliesenleger	1
Metzger	4	Bergmann	1
Kaufleute, Verkäufer	4	Koch	1
Fahrer (Kl. 3), Tankwart	3	Automatenbauer	1
Schreiner	2	Juwelier	1
Zimmermann	2	Fotograf	1
Feinmechaniker	2	Psychologe	1
Dreher	2	Radrennfahrer	1
Giesser	2	Soldat	1
Installateur, Heizungsbauer	2	Elektroinstallateur	1
		ohne Angabe	13

Das A l t e r der Fahrer lag zwischen 20 und 60 Jahren (im Ausland sind teilweise die LKW-Führerscheine schon früher ablegbar, vor dem 23. Lebensjahr), deren Verteilung in 10 Jahresklassen aus Abbildung 1, Seite 36, hervorgeht, wobei sich die Altersklassen der 30-39-jährigen mit 44 als die stärkste zeigte, die Klassen der Jüngeren 20-29-jährigen und die Älteren der 40-49-jährigen etwa gleich stark vertreten sind, aber doch mit 29 bzw. 30 deutlich darunter lagen, nur 6 sich in der Klasse der 50-59-jährigen befanden und die Ausnahme sogar ein selbständiger, fast "unverwüstlicher" mit 60 Jahren bildete.

Die B e r u f s f a h r z e i t liess sich zweckmässigerweise auch in drei 10-Jahres-Klassen einteilen (Abbildung 4, Seite 37). Die erste und die letzte Gruppe waren offen, die Extreme lagen bei 1 Jahr und bei 41 Jahren, da die Gruppen auch anders interpretiert als Kurz- 50 (45,5%), Mittel- 36 (32,7%) und Langzeitfahrer 24 (21,8%) angesehen werden konnten.

Auch andere Angaben wie z.B. über die Art des LKWs, d.h., dem unterschiedlichen Federungs- und Schwingungsverhalten zwischen Sattel- und Hängerzügen, über deren Wechsel, ob Automatik oder nicht, erwiesen sich als nutzlos und theoretisch und waren nicht in Beziehung zu eventuellen Beschwerden zu bringen, weil viel zu häufig sowohl der Typ, das Modell, als auch die Art gewechselt wurde.

ALTERSVERTEILUNG

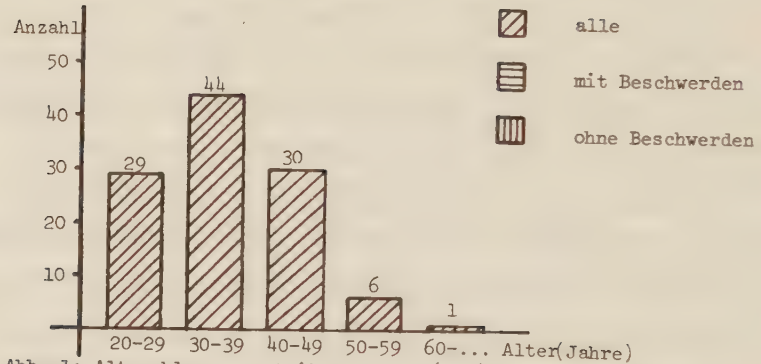


Abb. 1: Altersklassenverteilung aller (110) Fahrer nach Anzahl

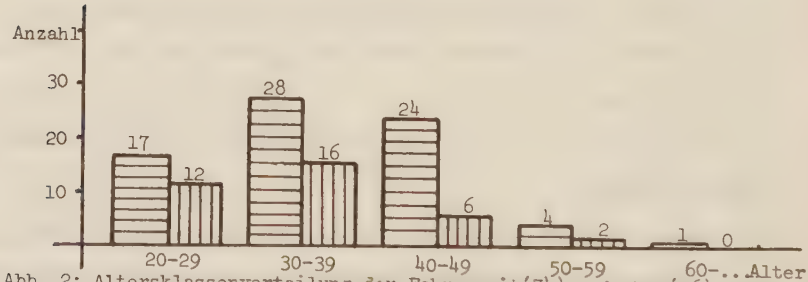


Abb. 2: Altersklassenverteilung der Fahrer mit(74) und ohne(36) Beschwerden

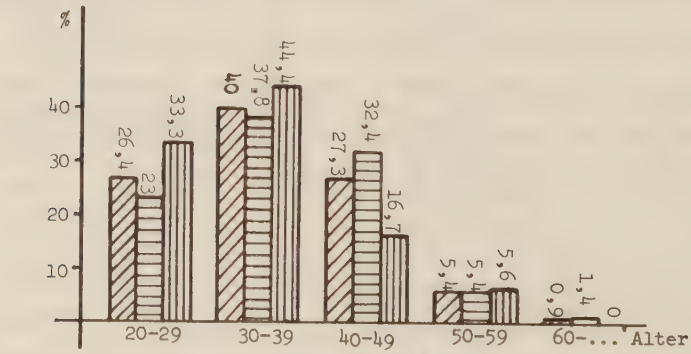


Abb. 3: Altersklassenverteilung der Fahrer im Prozentvergleich nach Beschwerden in Gegenüberstellung zur Gesamtheit aller (110).

VERTEILUNG BEI DER BERUFSFAHRZEIT

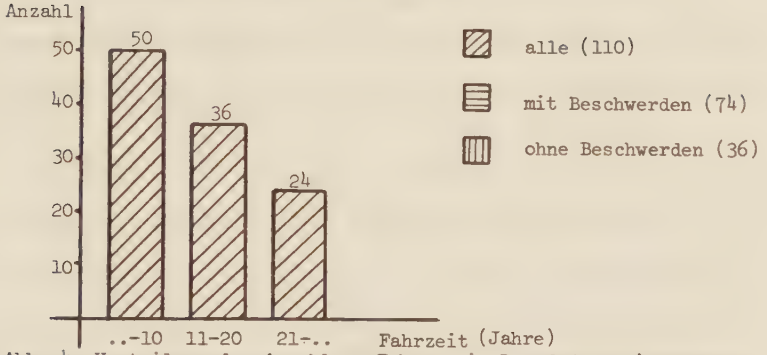


Abb. 4: Verteilung der Anzahl an Fahrern in Berufsfahrzeitklassen

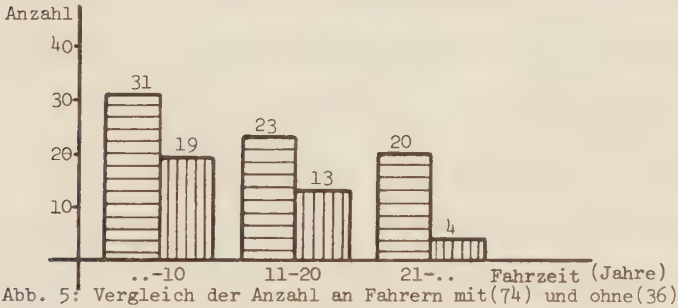


Abb. 5: Vergleich der Anzahl an Fahrern mit(74) und ohne(36) Beschwerden

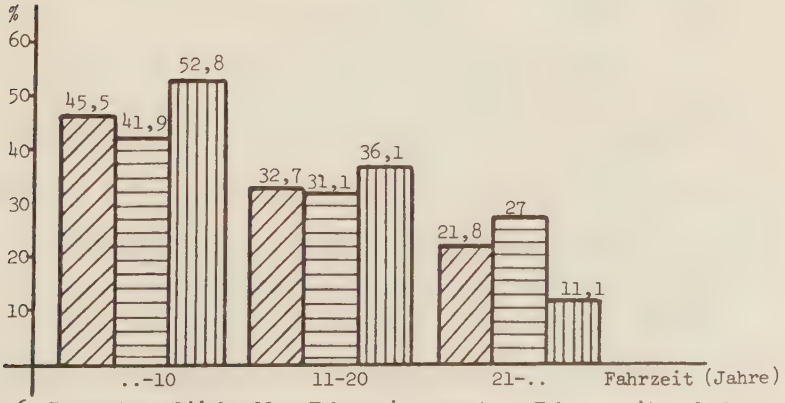


Abb. 6: Prozentvergleich aller Fahrer insgesamt zu Fahrern mit und ohne Beschwerden

5.2 Ergebnisse zu Sitz, Haltung und Belastung:

Der häufige Wechsel galt auch für den Sitztyp und die Sitzkonstruktionsart. Bis auf zwei Fahrer, die vorübergehend auf einem noch serienmässig in allen LKWs eingebauten, sogenannten harten Sitz sassen, der also nicht unabhängig zum Fahrzeug abgefedert war, wie das bei den seit 12-15 Jaren relativ regelmässig installierten, sogenannten Schwingfedersitzen der Fall ist, auf denen die restlichen 108 sassen. Die Abgrenzung zwischen den einzelnen, fortentwickelten Typen und Modellen der verschiedenen Marken war unmöglich, da die Fahrer selbst sich nicht auskannten und meist durch die verdeckte Bauweise nicht zu erkennen war.

Bei der Frage nach der S i t z e i n s t e l l u n g ergab sich wie erwartet, dass alle die Einstellung bewusst vornahmen. 38 (34,6%) wechselten die Einstellung, sobald Beschwerden auftraten, sei es durch Schmerzen oder aufgrund der Strassenbeschaffenheit. 5 (4,5%) nur sehr selten, aber 67 (60,9%) änderten ihre einmal vorgenommene Sitzeinstellung nie.

Von den 109 Fahrern, die Angaben zur S i t z b e l a s t u n g machten, meinten 72 (66,1%), ihr Gewicht gleichmässig mit beiden Gesässhälften und Oberschenkeln auf dem Sitz zu verteilen. Von denen, die ungleich belasteten, bevorzugten 24 (22%) einseitig mehr die linke Seite und 11 (10,1%) hingen mehr auf die rechte Seite, 2 (1,8%) schliesslich waren überzeugt, wechselnd mal die eine oder die andere Seite stärker zu beschweren. (Siehe Abbildung 9, Seite 41).

Die sehr subjektiven Angaben und die möglicherweise missverstandene Frage nach dem Benutzen, d.h., dem Anlehnen an die Rückenlehne im Bereich der Lendenwirbelsäule konnten bei der schlechten Überprüfbarkeit nicht verwertet werden.

Bei dem Problem der Definition der S i t z h a l t u n g forderte ich die Fahrer auf, mir jeweils die Haltung zu zeigen, die sie am dauerhaftesten für die bequemste und praktikabelste hielten und legte, zur Erleichterung meiner Einschätzung im Führerhaus, fünf relativ stark differenzierte Haltungen fest, die ich dann auf die drei schon vorher beschriebenen Grundsitzhaltungen wie folgt zurückführte. Aus der extrem- und mittel-vorderen (ev und mv) wurde die vordere Sitzhaltung, die aufrechte wurde zusammen mit der mittleren-hinteren (a und mh) zur mittleren Sitzhaltung und nur die extrem hintere (eh) als hintere Sitzhaltung belassen. Wie aus Abbildung 7 (Seite 40) ersichtlich, konnte dabei eine starke Bevorzugung der sogenannten mittleren Sitzhaltung mit 90 (81,8%) im Vergleich zur vorderen mit 15 (13,6%) ermittelt werden. Die eigentliche hintere Sitzhaltung blieb mit 2 (1,3%) die Ausnahme; 3 (2,7%) gaben sogar an, wechselweise immer wieder mindestens zwei dieser Haltungen im gleichen Zeitausmass einzunehmen.

6.3 Beschwerden

Nach anfänglichen Versuchen wurde deutlich, dass die starke Unterteilung der Beschwerden nach dem Fragebogen ebenfalls nur Theorie bleiben konnte, da sich die meisten Fahrer nicht als Patienten fühlten und nur sehr vage und ungenau

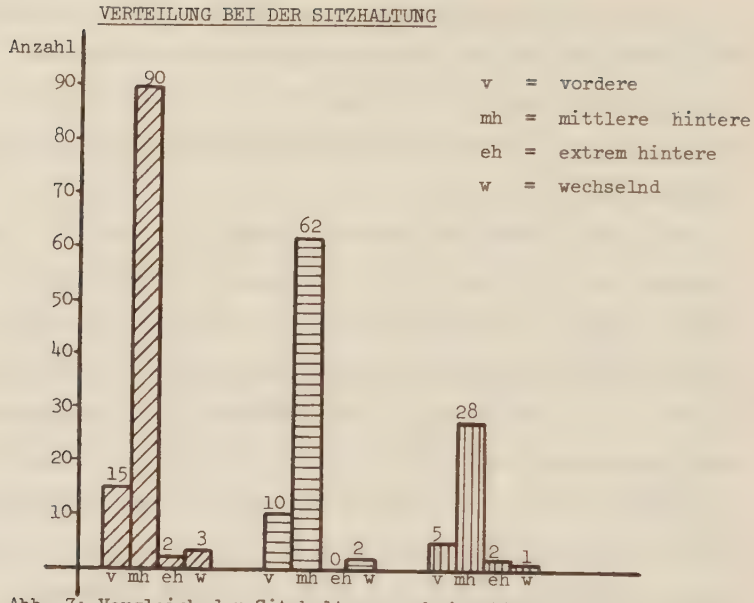


Abb. 7: Vergleich der Sitzhaltung nach Anzahl der Fahrer in den jeweiligen Gruppen

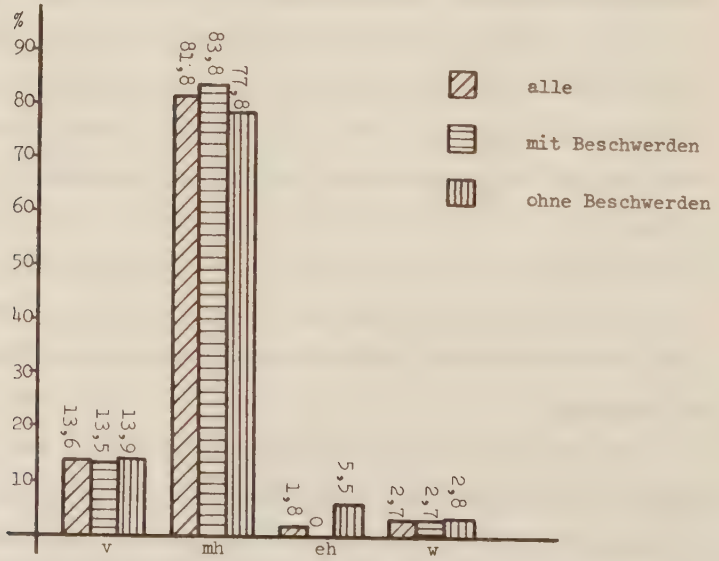


Abb. 8: Prozentvergleich der Fahrer nach Sitzhaltungsgruppen

VERTEILUNG BEI DER SITZBELASTUNG

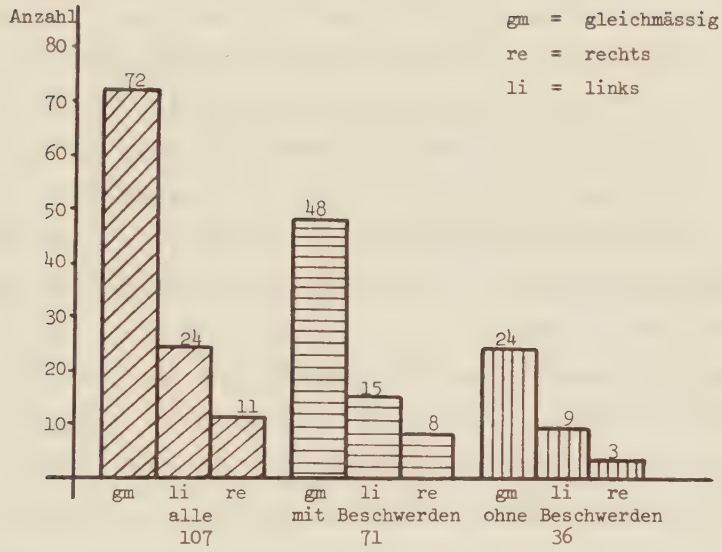


Abb. 9: Vergleich der Sitzbelastung nach Anzahl der Fahrer in den jeweiligen Gruppen.

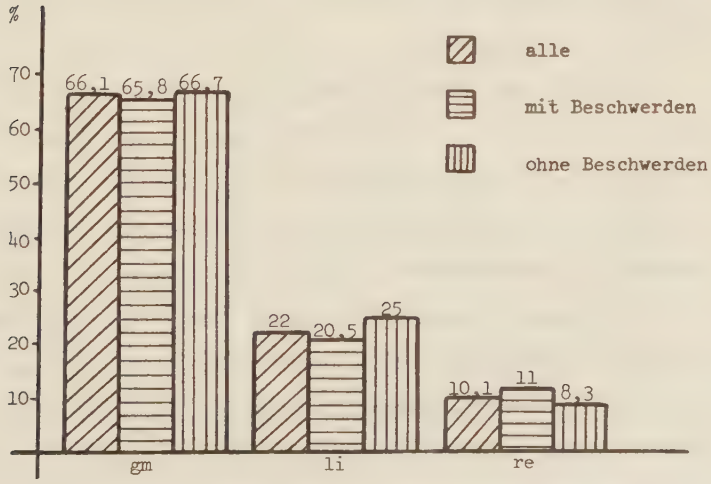


Abb. 10: Prozentvergleich der Fahrer nach Sitzbelastungsgruppen

antworteten, so dass ich schliesslich alle diesbezüglichen Angaben ganz generell und ohne Differenzierung nach Körperregionen des einzelnen Fahrers zu "Beschwerden" auch ohne Quantifizierung und Qualifizierung reduzierte. Es blieb die Aussage, dass 74 (67,3%) der 110 Fahrer Beschwerden irgendwelcher Art im Bereich der Wirbelsäule und der Schulter haben, im Vergleich zu 36 (32,7%), die bei der Befragung meinten, völlig beschwerdefrei zu fahren. Wenn man dies mit dem A l t e r in Beziehung setzt, wie in den Abbildungen 2 und 3 (Seite 36) , zeichnet sich grob dieselbe Schaubildform ab, ob mit oder ohne Beschwerden, auch im Prozentvergleich. Tendenziell entspricht jedes Stabdiagramm der einzelnen Altersklasse dem der anderen. Die kleinen Unterschiede in der Grössenordnung sind kaum als signifikant anzusehen, da die Zahl der Befragten der einzelnen Klassen zu klein ist, um statistische Korrelationen nachzuweisen.

Ganz analog fällt die Gegenüberstellung mit der B e r u f s f a h r z e i t der Fahrer aus (Siehe Abb. 5 und 6, Seite 37). Hier fällt ebenfalls besonders die Gruppe der Fahrer ohne Beschwerden mit einer, zu den anderen, vergleichsweise kleinen Prozentzahl von 11,1% auf, die jedoch angesichts der nur vier Fälle auch kaum als repräsentativ gelten können, selbst wenn man geneigt wäre, dies als besonderen Hinweis auf eine unverhältnismässige Zahl an Beschwerden zu sehen.

Bei der Überprüfung ob Zusammenhänge der Sitzbeschwerden mit der S i t z b e l a s t u n g oder der

S i t z h a l t u n g bestünden, wie aus den Abbildungen Nr. 7, 8, 9, 10 hervorgeht (Seite 40 + 41),lässt sich auch hier nicht mehr als eine parallele Entwicklung der Zahlen ablesen. Prozentual belasten die Fahrer - ob mit oder ohne Beschwerden - unverändert.

Übereinstimmung wird auch bei der Sitzhaltung sichtbar, so dass sich keinerlei Korrelation oder Bevorzugung einer Haltung oder Belastung abhebt.

6. DISKUSSION

Bei diesem Versuch der Darstellung eventueller Zusammenhänge bei den Gegebenheiten des Sitzens im LKW, im besonderen zwischen Sitzbeschwerden und -haltung, waren mit der Methode der Befragung keine eindeutigen Ergebnisse zu erstellen. In Anbetracht der Zahl der Befragten und den in ihrer Tendenz alle übereinstimmenden Diagrammen zeigt sich jedoch, dass in jeder Hinsicht, ob Alter, Berufsfahrzeit, Sitzhaltung oder -belastung in Beziehung zu typischen Sitzbeschwerden allgemeiner Art im Bereich der Wirbelsäule, eine gleiche Verteilung, ohne unerklärbare Ausnahmen. Keine Sitzhaltung scheint bevorzugt Beschwerden zu erzeugen, ein Zusammenhang ist nicht nachweisbar. Die 81,8 % der mittleren Sitzhaltung sprechen indessen eindeutig für diese Haltung, als dem wohl besten Kompromiss in den meisten heutigen Lastwagen.

Angesichts gewisser scheinbar signifikanter Abweichungen, die sich schon durch die geringe Anzahl nicht auswerten lassen, wie z.B. die etwas erhöhten Prozentzahlen der Fahrer ohne Beschwerden, der Berufsfahrzeitklassen bis 10 Jahre und 10 bis 20 Jahren im Vergleich zu der doch relativ kleinen Zahl der Fahrer mit über 21 Jahren Berufsfahrpraxis, liesse sich die Meinung vertreten, dass in jüngeren Jahren nur noch die Fahrer ihren Beruf ausüben die weniger Beschwerden haben, die anderen gäben also früher auf. Die älteren Fahrer aber wären die sogenannten "Unverbesserlichen", die trotz typischer Schmerzen nicht davon loskämen,

welches ganz den gemachten Erfahrungen meiner Gespräche entspricht.

Viele Fahrer stehen in einer Art Hassliebe ihrem Beruf gegenüber. Einerseits angezogen durch die "Fernfahrerromantik", der Freiheit, relativer Unabhängigkeit, des "Herrseins über einen schweren 38 t-Bock", zusammen mit der bei den hohen Stundenzahlen erreichten absolut gesehen hohen Bezahlung (keineswegs relativ !), andererseits wiederum gerade abgestossen durch Zwänge der verlangten hohen Arbeitsleistung und der damit einhergehenden Beschwerden, auch der Trennung von der Familie, meist noch erschwert durch hohen Zigarettenverbrauch, Kaffee, schlechten Schlaf, kurzum, durch den mangelhaften, gesundheitszehrenden Arbeitsplatz. Sicher ist diese Ambivalenz der Haltungen bei allen Fahrern anzutreffen, und nur die eine oder die andere überwiegt beim Einzelnen. Welche, ist von mir nicht zu entscheiden. Beide Vorurteile existieren: die einen meinen, viele ihrer Kollegen würden wegen der schlechten Bedingungen nur vorübergehend, des Geldes wegen fahren, und die anderen meinen, keiner käme schliesslich davon los, es triebe sie alle wieder zurück.

Genauso unklar wie diese Verhältnisse scheint auch die Anerkennung der Kreuzbeschwerden der Fernfahrer als Berufskrankheit, in der DDR als solche anerkannt, in der Bundesrepublik bewusst nicht. J. KRÄMER belegt dies jedoch mit Untersuchungen von NACHEMSON, RIPPLINGER und FINKENRATH, die beweisen, dass keine signifikanten Unterschiede zwischen Schreibtischarbeitern und Schwerarbeitern bestehen.

Ein zahlenmässiger Beweis für die besondere Gefährdung speziell des Kraftfahrers bezüglich der Wirbelsäulenveränderungen lässt sich aber auch durch meine Erfragung nicht erbringen. In jedem Falle kann erneut deutlich gemacht werden, dass immerhin 67,3% der Fahrer über Wirbelsäulen- und Schulterbeschwerden während des Fahrens, d.h., ihrer Berufsausübung klagen. Dies alleine müsste ausreichen, arbeitsmedizinisch einzugreifen.

Wie oben schon ausgeführt, kann der Sitz nicht alleine für die Beschwerden verantwortlich gemacht werden, da er nur einen Teil des Arbeitsplatzes ausmacht. Nur wenn man alle Grössen, die an der Sitzposition des Fahrers beteiligt sind, sinnvoll und zueinander veränderbar gestaltet, liesse sich eine akzeptable Verbesserung erzielen. Aber selbst idealste Neugestaltungen des Führerhauses in Form von, nach physiologischen Gesichtspunkten konstruierten,zueinander beweglichen Bewegungselementen,kombiniert mit einem schon in Aussicht stehenden, computergesteuerten, an das Druckluftnetz des LKWs angeschlossenen Sitz, der sich individuell auf Unebenheiten bei Strasse, Fahrzeugfederung und -Beladung in Verbindung mit dem Fahrergewicht einstellt, müssen unvollkommen bleiben, solange sich nicht Arbeitsbedingungen wie Stress, und fast ständige Übermüdung durch heimlich prämierte Akkordarbeit beseitigen lassen.Fahrtunterbrechnungen können hierbei weder durch Vorschriften noch durch Ermahnungen erzwungen werden. Aus einem Grossteil der Antworten geht vor allem die Ermüdung hervor. Im übrigen wollte kaum einer der Fernfahrer auf die Frage nach

eigenen Verbesserungsvorschlägen seinen Sitz und die Bequemlichkeit verändert wissen, sondern viel eher Anordnung der Bedienungselemente, besonders häufig z.B. die Verstellbarkeit des Lenkrades, und eine Verbesserung des gesamten Führerhauses, welches ihnen überwiegend mehr Platz für notwendige,entspannende Bewegungen während der Fahrt lassen sollte.

Die einzige berufszugehörige Tätigkeit der Fahrer ausserhalb des Fahrens besteht in den "gymnastischen Übungen" (im Sinne einer Bandscheibenmassage), um die Ladeplanen zu öffnen und wieder zu verschliessen, bei denen die Fahrer oft gezwungen sind, an den Ladeaufbauten ihres LKWs hochzuklettern. Nur in seltenen Ausnahmefällen helfen die Fahrer beim Be- und Entladen mit, zu dem Fernfahrer, im Gegensatz zum Nahverkehrsfahrer (50 km Umkreis),auch gesetzlich nicht verpflichtet sind. Nur extremste Belastungen könnten hier Wirbelsäulenschädigende Wirkung haben. Zumindest bei den von mir Befragten war diesbezüglich nichts zu erfahren.

Abschliessend bleibt vielleicht im Hinblick auf die Sicherheit der Fahrer kurioserweise zu berichten, dass bis auf einen einzigen amerikanischen LKW niemand Kopfstützen , geschweige denn Sicherheitsgurte besass. Auch dies mag nochmals als Indiz dafür angesehen werden, dass die Sitzhaltung im LKW wohl nie eine Rückenneigung zulässt, bei der eventuell eine Kopf- oder Nackenstütze benutzt werden könnte.

7. ZUSAMMENFASSUNG

Bei grundsätzlicher Betrachtung des Sitzproblems zeigt sich, dass das "Sitzen an sich" nicht als schädlich angesehen werden kann. Die unphysiologische Art und Weise aber, wie die Menschen das Sitzen meist praktizieren, kann sich pathologisch auf die dabei tragenden Teile wie Wirbelsäule, Bänder- und Muskelstützapparat auswirken. Besonders ist die kyphotische, nach Muskelermüdung eingefallene, vornübergeneigte Dauerhaltung hervorzuheben,welche bei verschiedenen "sitzenden Berufen" vorwiegend und ausgeprägt eingenommen wird. Dies führt zu den vielfach pathognomonischen Beschwerden in Form von Myalgien, Zervikal- und Lumbal-Syndromen. Nur Bewegung und die abwechselnde Beanspruchung aller mitwirkender Körperteile mit unterschiedlicher Intensität, kann den gesundheitswidrigen Auswirkungen der Haltungskonstanz vorbeugen. Hauptmanifestationsgruppen stellen die Kraftfahrer dar, die dem besonderen Problem des bewegten und einengenden Arbeitsplatzes ausgesetzt sind. Der Sitz und die Haltung stellen deshalb nur einen Teil der beschwerdeerzeugenden Verursacher dar.

Anhand der eigenen Befragung bei Fernfahrern erwies sich deutlich, dass keine Sitzhaltung und kein Sitz, Beschwerden eigener Art erzeugten.Unabhängig von Alter, Beruf, Fahrzeit und Sitzhaltung litt jede untersuchte Gruppe in gleichem Masse. Zusammenfassend wirkt der spezifische Arbeitsplatz LKW, insgesamt zumindest auf Dauer, als in hohem Grade beschwerdeverursachend, jedoch ohne, dass Sitz und eingeschränkte Haltungsfreiheit des Fahrers besonderen Einfluss darauf hätten.

ALTER: _____ BERUFSFAHRZEIT: _____ SICHERHEITSGURT: JA/NEIN

GRÖSSE: _____ VORIGE BERUFE: _____ - Benutzung: JA/NEIN

KM/JAHR: _____

SITZ -typ: _____

- Benutzungszeit: _____
- Einstellung: _____
  - . wechselnd (durch Fahrzeug): _____ 0
  - . wechselnd (durch Beschwerden): _____ 0
  - . bewusst/persönlich: _____ 0
  - . Eigenverbesserungen: _____ 0

_____

- Sitzbelastung: _____
  - . gleichmässig: _____
  - . ungleichmässig: rechts: 0 links: 0
  - . angelehnt: _____
    - + LWS frei: _____
    - + LWS angelehnt: _____

TOURENFAHRZEIT:

- lang (Std.): _____
  - . Pausendauer: _____
  - . Schlaf: _____
- kurz: _____

_____

BESCHWERDEN: _____

- unabhängige (frühere Verletzungen etc.): ___ 0
  - . Hals/Nacken: _____ 0
  - . Schulter: _____ 0
  - . LWS (Bandscheiben): _____ 0
  - . Sonstiges (Stuhlgang ?) _____ 0

_____

- abhängige (vom Fahren) _____ 0
  - . seit wann ? _____
  - . wie oft ? _____
  - . nach welcher Fahrzeit ? _____
  - . Hals/Nacken ? _____ 0
  - . Schulter (Arm ?) _____ 0
  - . LWS (BS) _____ 0
  - . Hüfte recht 0 links 0
  - . Beine (Ischias ?) _____ 0
    - + rechts: _____ 0
    - + links: _____ 0
    - + beide: _____ 0
  - . Sonstiges: _____
  - . Be- u. Entladen: _____

_____

FAHRZEUG -typ: _____

- Sattelzug: _____ 0 Motorwagen: _____ 0
- Baujahr: _____ Atmk: _____ JA/NEIN
- Wechsel: _____ 0 häufig: _____ 0
  - . Typen (Bj., Atmk.): _____
- Sitzhaltung: _____
  - . wechselnd nach Dauer u. Ermüdung: _____
    - + häufig: 0 selten: 0 nie: 0
  - . Gesamtkörper: Kurz: Lang:
    - + extr. vord: 0 0
    - + mttl. vord: 0 0
    - + aufrecht: 0 0
    - + mttl. hint: 0 0
    - + _____
  - . Kopf (Stütze): _____ JA/NEIN
    - + angelehnt: 0 aufrecht: 0
  - . Bein, links: (bei Nicht-Kuppeln)
    - + ausgestreckt: _____ 0
    - + abgewinkelt: _____ 0
    - + wechselnd: _____ 0
  - . Bein, rechts (auf Gaspedal): _____
    - + ausgestreckt: _____ 0
    - + abgewinkelt: _____ 0
    - + Sonstiges: _____ 0
  - . Arm , links, (meist): _____
    - + ausgestreckt: _____ 0
    - + angewinkelt: _____ 0
    - + wechselnd: _____ 0 (Ruhelage, Fenster/Armlehne)
  - . Arm, rechts
    - + meist Schaltknüppel: 0
    - + meist Steuer: _____ 0
    - + ausgestreckt: _____ 0
    - + angewinkelt: _____ 0
- Zwangshaltung ? wie ? _____

_____

_____

- . Sonstiges: _____
- . Verbesserungsvorschläge: _____

_____

_____

_____

9. LITERATURANGABEN

1) ÅKERBLOM, B. Anatomische und Physiologische Grundlagen zur Gestaltung von Sitzen
Ergonomics, 1969, vol. 12, no. 2, 120-131

2) ÅKERBLOM, B. Standing and Sitting Posture
A.B. Nordiska Bokhandeln, Stockholm (1948)

3) BERQUET, K.H. Sitzschaden und Autositz
Med. Welt, Nr. 23, 1419-1427, (1967)

4) BERQUET, K.H. Schulmöbel,
Geschichte, Auswahl, Anpassung
Ferd. Dümmlers Verlag, Bonn 1971

5) BERQUET, K.H. Sitzschaden - Haltungsschaden
Anleitung zur richtigen Anpassung und Auswahl der Schulmöbel
Arbeitsgemeinschaft zur Förderung haltungsgefährdeter Kinder und Jugendlicher e.V., Düren/Rhld.

6) BESWICK, R.E. Ileo-Psoas Fatique in Car Drivers
Practioner, 196 (175), 688-689, (1966)

7) BRANTON, P. Behaviour, Body Mechanics and Discomfort
Ergonomcis, 1969, vol. 12, no. 2
316-327

8) BURANDT, U. Die Stellung von Becken und Wirbelsäule auf vorgeneigten Flächen
Ergonomics 12, no.2, 356-364 (1969)

9) BUSACK, E. u. SCHLEGEL, K.F. Die Sitzhaltung im Auto
Med. Klin. Nr. 27, 1188-1191, (1962)

10) COERMANN, R. u. RIECK, A. Eine verfeinerte Methode zur Bestimmung des Komfortgrades von Sitzen
Int. Z. angew. Physiol. einschl. Arbeitsphysiol. 20, 376-397 (1964)

11) DENECKE, G. Gut Sitzen in Kraftfahrzeugen
VDI-Nachrichten Nr. 15, S. 7, 13.4.1964

12) DÖRLING, E. Arbeitsphysiologische Analysen an Fahrzeugsitzen
Maschinenmarkt, Würzburg, Jg. 76, Nr. 99
2273-2275, (1970)

13) v. FERSEN, O. Sitzen Sie gut ?
Motor-Rundschau, 19, 822-823, 922-923
(1966)

14) v. FERSEN, O. Wer gut sitzt, fährt besser
Motor-Rundschau, 5, 194-196 (1967)
" - " , 8, 318-319 (")
" - " ,10, 404-406 (")

15) v. FERSEN, O. Hoffnungsvolles vom Sitzesektor
Motor-Rundschau, 5, 178-179 (1968)

16) FLOYD, W.F. Postural Factors in the Design of Motor Car Seats
Proc. R. Soc. Med. 60 (10), 953-955, Oct., 1967

17) GRANDJEAN, E., JENNI, M. u. RHINER, A. Eine indirekte Methode zur Erfassung des Komfortgefühl bei Sitzen
Int. Z. angew. Physiol. einschl. Arbeitsphysiol. 18, 101-106 (1960)

18) GRANDJEAN, E. u. BURANDT, U. Das Sitzverhalten von Büroangestellten
Industr. Organisation, 31, 243-250 (1962), Nr. 8

19) GRANDJEAN, E., BÖNI, A. u. KRETZSCHMAR, H. Entwicklung eines Ruhesesselprofils für gesunde und rückenkranke Menschen
Wohnungsmedizin, 5, 51-56 (1967)

20) GRANDJEAN, E., BÖNI, A. u. KRETZSCHMAR, H. The Development of a Rest Chair Profile for Healthy and Notalgic People
Ergonomics 12, no. 2, 307-315 (1969)

21) HELBIG, K. Sitzdruckverteilung beim ungepolsterten Sitz
Anthrop. Anz. Jg. 36 (3) 194-202 Stuttgart, März 1978

22) HERMANN, E. Über den Einfluss mechanischer Schwingungen auf den menschlichen Organismus
Der ärztliche Dienst, 7/8, 196-202 (1963)

23) HONTSCHIK, H. u. SCHMID, I. Der Sitz als Verbindungselement von Mensch und Kraftfahrzeug
ATZ, Automobiltechnische Zeitschrift
Nr. 74, 155-161, 1972

24) HÜNTING, W. u. GRANDJEAN, A. Die Wirkungen verschiedener Sitzflächenneigungen auf die Körperhaltung und das subjektive Komfortempfinden
Int. Z. angew. Physiol. 31, 1-9 (1972)

25) JONES, J.C. Methods and Results of Seating Research
Ergonomics,(1969),vol. 12, no. 2,
171-181

26) JUNGHANS, H. Wirbelsäulenschäden und Benutzung von Kraftfahrzeugen
Z-Blatt f. Verkehrsmed. 1, S. 106,
(1955)

27) JÜRGENS, H.W. Die Verteilung des Körperdrucks auf Sitzfläche und Rückenlehne als Problem der Industrieanthropologie
Ergonomics 12, no. 2, 198-205, (1969)

28) KAUFMANN, H.W. Der Autositz - Schwierige Konstruktionsaufgabe
Fahrzeug + Karosserie, 8, Jg.18, 5-6
(1965)

29) KEEGAN, J.J. Evaluation and Improvement of Seats
Indust. med. Surg., 31, 137 (1962)

30) KEEGAN, J.J. Alterations of the Lumbar Curve related to Posture and Seating J. Bone and Joint Surg. 35-A, 589-603 (1953)

31) KENDALL, P.H. Car Seats and Back-Ache Proc. R. Soc. Med. 60 (10), 958-959 (1967)

32) KRÄMER, J. Biomechanische Veränderungen im lumbalen Bewegungssegment aus: Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis, Band 58 Hippokrates Verlag Stuttgart, (1973)

33) KRÄMER, J. Bandscheibenbedingte Erkrankungen Georg Thieme Verlag, Stuttgart, (1978)

34) KRÄMER, J. u. Ma. Die entlastende Sitzhaltung beim Autofahren Med. Welt, 30, 238-241, (1979)

35) MÜLLER, E.A. u. VETTER, K.L. Der Einfluss der Druckbelastung auf die Hautdurchblutung Arbeitsphysiologie 15, 295-304 (1954)

36) MÜNCHINGER, R. Die auf die Wirbelsäule wirkenden mechanischen Kräfte aus: Rheumatismus in Forschung und Praxis, Band II, Die Funktionsstörungen der Wirbelsäule, 1963

37) NACHEMSON, A. u. MORRIS, J.M. In Vivo Measurements of Intradiscal Pressure
The Journal of Bone and Joint Surgery
vol. 46-A, no. 5, July 1964

38) NIETHARD, F.U. Der Kreuzschmerz
Ursachen, Erkennung und Behandlung
Werk-Verlag Dr. E. Banaschewski
München-Gräfeling 1980

39) OEHMEN, H.J.u. HERZOG, J. Entwicklung eines Fahrersitzes für schwere Kraftfahrzeuge im gleislosen Förderbetrieb
Kali und Steinsalz, Band 4, Nr. 11
353-360 (1967)

40) OLLEFS, H. Zur Orthopädie des Sitzens
Z. Orthop. 80, 573 (1958)

41) PETERS, T. Anthropometrische und Physiologische Grundlagen zur Gestaltung von Büroarbeitssitzen
Ergonomics, 12, no. 2, 162-170 (1969)

42) PREUSCHEN, G. u. DUPUIS, H. Körperhaltung und Sitzgestaltung des Kraftfahrzeugführers
Ergonomics, 12, no. 2, 234-245, (1969)

43) RADKE, A.O. u. SIMONS, A.K. Schwingungstechnische Betrachtungen über einen LKW-Fahrersitz
Automobil-Industrie, 2, 113-119,
(1963)

44) REBIFFÉ, R. Le Siège du Conducteur: Son Adaptation Aux Exigences Fonctionelles et Anthropometriques
Ergonomics, 12, no. 2. 246-261, (1969)

45) REISCHAUER, F. Autofahren und Wirbelsäule
Dtsch. med. Wsch. 617-618 (1959)

46) RIECK, A. Über die Messung des Sitzkomforts von Autositzen
Ergonomics, 12, no. 2 206-211 (1969)

47) RIZZI, M. Entwicklung eines verschiebbaren Rückenprofils für Auto- und Ruhesitze
Ergonomics, 12, no. 2 226-233 (1969)

48) ROSEMEYER, B. Schädigung eines Bewegungsapparates durch falsche Haltung im Autositz
Z. Orthop. 113 (4), 653-655, (1975)

49) ROTZLER, W. Zur Kulturgeschichte des Sitzes
Ergonomics, 12, no. 2. 115-119 (1969)

50) SCHLEGEL, K.F. Sitzschäden und deren Vermeidung durch eine neuartige Sitzkonstruktion
Med. Klin. 56, 1940-1942 (1956) Nr. 46

51) SCHNEIDER, H.J. u. LIPPERT, H. Das Sitzproblem in funktionell-anatomischer Sicht
Med. Klin. 56, 1164-1168 (1961)

52) SCHÖRNER, R. Orthopädische Rückenstütze.
Münch. med Wschr.
98. Jhrg. (1956) 1728-1730

53) SCHOBERTH, H. Sitzhaltung, Sitzschaden, Sitzmöbel
Springer-Verlag (1962)

54) SERATI, A. Die Gestaltung des Führersitzes auf SBB-Lokomotiven von Gabelhubtraktoren
Ergonomics, 1969, vol. 12, no. 2, 262-268

55) SHACKEL, B. u. CHIDSEY, K.D. u. SHIPLEY, P. The Assessment of Chair Comfort
Ergonomics, 12 No. 2., 269-306 (1969)

56) WIRTH, W. u. Ma. Rückenschmerzen - Wirbelsäulenerkrankungen (Colloquia Rheumatologica)
Geigy Werk-Verlag Dr. E. Banaschewski
München-Gräfeling

57) WOTZKA, G., GRANDJEAN, E., BURANDT, U. KRETZSCHMAR, H., LEONHARD, T. Investigations for the Development of an Auditorium Seat
Ergonomics 12, no. 2, 182-197 (1969)

D A N K S A G U N G

Herrn Prof. Dr. med. Jürgen Krämer möchte ich für die Überlassung des Themas sowie für die Hilfe und Geduld bei dessen Bewältigung ausdrücklich danken.

LEBENSLAUF

Am 5. Juli 1953 wurde ich, Ernst-Wilhelm Bräuchle, als ältester der vier Kinder der Eltern Ernst R. Bräuchle, Chirurg, und Elfriede, geb. Möller, Medizinisch-Technische Assistentin, in Reutlingen geboren.
Nach Abschluss der Grundschule 1964 und des Metzinger Gymnasiums 1972 absolvierte ich die Wehrpflicht. Danach arbeitete ich in Frankreich, um mein Studium in Strasbourg zu beginnen, von wo ich 1978 mit der Äquivalenz der Medizinischen Vorprüfung zur Universität Düsseldorf wechselte, an der ich nun im 6. klinischen Semester stehe.